

Entrenamiento de la marcha en pacientes post-ictus mediante intervención con aparatos electromecánicos y asistencia robótica: Una revisión sistemática.

*Gait training in patients with post-stroke intervention electromechanical and robotic assistance: A systematic review.*

AUTOR: Tatsu Kaliomi Barranco Martínez.  
TITULACIÓN: Grado en Fisioterapia.  
CENTRO UNIVERSITARIO: E.U. Gimbernat Cantabria.  
TUTOR: Saray Lantarón Juárez.  
ENTREGA: 10 de Septiembre del 2014.

# TABLA DE CONTENIDOS

|   |          |
|---|----------|
| ÍNDICE ABREVIATURAS .....                   | 1        |
| ABSTRACT .....                              | 1        |
| RESUMEN .....                               | 1        |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                       | 1        |
| 2. MATERIAL Y METODOS .....                 | 1        |
| CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....                 | 1        |
| <i>En cuanto al diseño del estudio.....</i> | <i>1</i> |
| <i>Participantes.....</i>                   | <i>1</i> |
| <i>Intervención .....</i>                   | <i>1</i> |
| <i>Mediciones y resultados.....</i>         | <i>1</i> |
| CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....                 | 1        |
| ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA .....                | 1        |
| TÉRMINOS DE BÚSQUEDA.....                   | 1        |
| <i>Detalles de la búsqueda:.....</i>        | <i>1</i> |
| <i>1º Búsqueda General:.....</i>            | <i>1</i> |
| <i>2º Búsqueda Específica:.....</i>         | <i>1</i> |
| EVALUACIÓN METODOLÓGICA .....               | 1        |
| 3. RESULTADOS .....                         | 1        |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS.....        | 1        |
| 4. DISCUSIÓN .....                          | 1        |
| 5. CONCLUSIONES .....                       | 1        |
| 6. ANEXOS.....                              | 1        |
| 7. BIBLIOGRAFIA. ....                       | 1        |

## ÍNDICE ABREVIATURAS

- 10MWT: 10m Walking Test
- 6-mWT: Minute Walkin Distance
- BBS: Berg Balance Escale.
- BWS: Body Weight Supported.
- BWSTD: Body weight supported with treadmill
- EEF: Estimulación electrica functional.
- FAC: Functional Ambulatory Category
- FV: Fast velocity
- GAIT: Gait Assessment and Intervention Tool
- GC: Grupo control.
- GI: Grupo intervencion.
- IM: Index moticity.
- RMI: Rivermead motor index.
- SF-36: Soft form-36.
- SSV: Autoself velocity.
- ACV: Accidente cerebro vascular.
- ECV: Enfermedad cerebro vascular.
- MMSE: Mini Mental Status examination.

# Entrenamiento de la marcha en pacientes post-ictus mediante intervención con aparatos electromecánicos y asistencia robótica: Una revisión sistemática.

## *Gait training in patients with post-stroke intervention electromechanical and robotic assistance: A systematic review.*

### ABSTRACT

**Introduction:** The high incidence of stroke pathology and the dependence caused by hemiplegia, makes necessary as the main objective the gait retraining in order to retrieve patient autonomy to gain functionality in daily life activities and social inclusion. **Objective:** To conduct a systematic review of the evidence provided by the published literature regarding the improvement of lower limb function in gait for patients after a stroke. **Material and methods:** an initial electronic search was carried out between December 2013 and January 2014 continuing thereafter between June 2014 and July 2014 in the following databases: WOS ISI Web of Science, PEDro and Medline, using the search engine PubMed. Performing a selection of different articles that met the inclusion and exclusion established criteria. Inclusion criteria are: Randomized Controlled Trials of high-medium methodological quality based on CASPe reading tool aimed at stroke patients at different stages, with involvement of the lower extremity, to whom different physiotherapy treatments are applied being the results measured by pre-post intervention standardized test and, in some cases, some time after the intervention. Being included 10 trials. **Results:** No therapy has been found that proves to be superior to conventional therapy for gait retraining. On the other hand evidence is provided, that the use of the mentioned techniques in combination with physiotherapy increases the chance of regaining the ability to walk independently, being beneficial early intervention in participants who cannot walk to the onset of stroke, regarding the independent walking ability and velocity. **Conclusions:** The included studies have different designs in duration and treatment time, unable to reproduce the interventions by lack of detail of the techniques employed. Furthermore, it is important to identify which physiotherapy techniques are more effective for application during retraining. Therefore it is necessary to analyze studies involving comparisons between different devices, techniques and traditional physiotherapy, through the design of a good methodological quality to determine more reliable results.

**Key words:** Stroke, Gait, physical therapy, treadmill, body weight supported, gait training, functional electrical stimulation and robot-assisted.

### RESUMEN

**Introducción:** La elevada incidencia de la patología del ictus y la dependencia causada por la hemiplegia, hace necesario como objetivo principal el reentrenamiento de la marcha con fin de

recuperar la autonomía del paciente de cara a la funcionalidad en las actividades de la vida diaria e inclusión social. **Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de la evidencia que aporta la literatura publicada en relación con la mejora de la función del miembro inferior en la marcha para pacientes después de un ictus. **Material y métodos:** Se realizó una búsqueda electrónica inicial entre diciembre del 2013 y enero del 2014 continuando posteriormente entre junio del 2014 y julio del 2014, en las siguientes bases de datos: ISI Web of Science WOS, PEDro y Medline, a través del buscador de PubMed. Realizando una selección de los diferentes artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los criterios de inclusión son: Ensayos controlados Aleatorizados de alta-media calidad metodológica en base a la herramienta de lectura CASPe, dirigidos a pacientes con ictus en diferentes estadios, con afectación de la extremidad inferior, a los que se les aplica diferentes terapias de fisioterapia y cuyos resultados han sido medidos mediante test estandarizados pre-post intervención y en algún caso, tiempo después de la intervención. Incluyéndose 10 ensayos. **Resultados:** No se ha encontrado una terapia que demuestre ser superior a la terapia convencional para el reentrenamiento de la marcha. Por otro lado proporciona evidencia, que el uso de las técnicas mencionadas en combinación con fisioterapia aumenta la posibilidad de recuperar la capacidad de caminar de forma independiente, siendo beneficiosa la intervención temprana en participantes que no pueden caminar al inicio del ictus, en cuanto al logro de la marcha independiente y la velocidad. **Conclusiones:** Los estudios incluidos tienen diseños diferentes en duración y tiempo de tratamiento, sin poder ser reproducibles las intervenciones por falta de detalle de las técnicas empleadas. Además, es importante identificar que técnicas de fisioterapia son más eficaces para su aplicación durante el reentrenamiento. Por todo ello es necesario analizar estudios que incluyan comparaciones entre los diferentes dispositivos, técnicas y fisioterapia tradicional, mediante el diseño de una buena calidad metodológica para determinar con mayor fiabilidad los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Ictus, marcha, terapia física, peso parcialmente suspendido, entrenamiento, estimulación eléctrica funcional.

## 1. INTRODUCCIÓN

El accidente cerebro vascular (ACV) se define como cualquier alteración, transitoria o permanente, de una o varias áreas del encéfalo como consecuencia de un trastorno de la circulación cerebral<sup>1, 2</sup>. Recientemente se ha introducido el término ICTUS para englobar todas las enfermedades clasificadas dentro de las enfermedades cerebro vasculares (ECV), a fin de evitar términos más confusos como “accidente cerebro vascular” o similares, al igual que su correspondiente anglosajón (*stroke*), que significa “golpe”, debido a que su presentación es de carácter brusco y súbito<sup>2</sup>. De acuerdo con la Organización Mundial de

la Salud (OMS) el término "ictus" fue definido en 1978 como un "síndrome clínico de origen vascular, caracterizado por signos de alteración focal o global de las funciones cerebrales de rápida evolución, que perduran más de 24 horas o provocan la muerte" <sup>1</sup>. En el ictus se distinguen cuatro fases: 1.Fase post-ictus hiper-aguda o aguda (0-24 horas), 2. Fase de rehabilitación temprana (24 horas hasta 3 meses), 3.Fase de rehabilitación tardía (36 meses) y 4.Fase crónica (> 6 meses)<sup>3</sup>.

El ictus es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en adultos en los países desarrollados, con mayor prevalencia en las mujeres. En España es la segunda causa de mortalidad específica por detrás del infarto de miocardio, con una estimación aproximada de 120-350 casos por cada 100.000 habitantes/año, multiplicándose por 10 en la población mayor de 75 años de edad. Además, entre el 5 y el 11% de la población mayor de 65 años refiere antecedentes clínicos, lo que demuestra la importancia del ictus como causa de muerte, invalidez y dependencia, ya que un 40% de los sobrevivientes manifiesta algún grado de deterioro funcional. La reducción de esta carga requiere de la prevención y mejoras en la atención aguda, donde la rehabilitación es igualmente esencial<sup>5</sup> a causa de secuelas como la hemiplejía, que afecta entre otras al rendimiento de la movilidad en la marcha, por: espasticidad, problemas del equilibrio, disminución del control motor, .... . Transcurrido un periodo de tres meses, aproximadamente un 20% necesitaran silla de ruedas y un 60% tendrán marcha limitada, de modo que uno de los objetivos principales para tratar la rehabilitación post-ictus será la pronta recuperación de la marcha, puesto que genera un impacto importante para el paciente, su entorno y el gasto que conlleva a los servicios sociales y sanitarios.

Una vez instaurada la patología y centrándonos en la extremidad inferior, respecto a la marcha:

- **Una marcha normal:** 1. Implica dos componentes interrelacionados: el equilibrio y la locomoción, 2. El equilibrio es la capacidad de adoptar la posición vertical y mantenerla en forma estable. Existe un equilibrio estático, necesario para mantener una postura y un equilibrio dinámico, requerido durante el desplazamiento en el espacio. El ciclo de la marcha se inicia cuando el talón contacta con el suelo y termina con un siguiente contacto en el suelo del mismo pie con el talón de nuevo. Las dos fases del ciclo son la de apoyo y balanceo. Una pierna está en fase de apoyo cuando se encuentra en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo. Existe un momento en que ambos pies están en contacto con el suelo denominado fase de doble apoyo. En la marcha se pueden caracterizar distintos aspectos del paso como: longitud, amplitud, cadencia y velocidad<sup>6</sup>.

- **Y una marcha hemiparética:** 1. Implica que la extremidad inferior reduce la velocidad y la resistencia de la marcha<sup>7</sup>, 2. Disminución de los componentes de la longitud del paso y la duración de la fase de apoyo<sup>8</sup>, 3. Alteración en el inicio de la fase de balanceo, reducción de la carga y disminución de la flexión de cadera, flexión de rodilla y aumento de la flexión plantar de tobillo<sup>9, 10</sup>.

- Siendo la manifestación más característica de un ictus moderado la asimetría de la marcha, en cuanto a una mayor duración de la fase de apoyo en la extremidad no parética (mayor fase de oscilación en extremidad parética), se observan diferencias en la longitud del paso de la extremidad parética (paso más largo) respecto de extremidad no afectada. Este hecho parece relacionarse con la fuerza de la propulsión durante la marcha, influenciada por el grado de espasticidad de los flexores plantares de tobillo y en cuanto a la velocidad por debilidad de los flexores de cadera y extensores de rodilla.

Actualmente la tendencia en rehabilitación se centra en teorías de neuroplasticidad y en-

trenamiento orientado a tareas, entendiendo por neuroplasticidad la habilidad del sistema nervioso central para adaptarse a los cambios en respuesta a múltiples señales, siendo base del aprendizaje tanto del cerebro sano como del lesionado. En la revisión Cochrane del entrenamiento orientado a la tarea repetitiva realizada por French<sup>11</sup>, observaron una mejora en la distancia recorrida, de la velocidad, la ejecución de sentarse y levantarse, por lo que concluyó que había una mejora en la extremidad inferior. Esto determinó que el objetivo estaba dirigido a realizar un entrenamiento para conseguir movimientos funcionales activos sin omitir el lado afecto, por lo que los programas orientados al entrenamiento repetitivo del movimiento en relación con la tarea funcional, demuestran mejores resultados que aquellos protocolos orientados solamente al tratamiento del déficit (paresia, espasticidad, ...)<sup>12</sup>.

Este tipo de estudios determinan la dirección del uso de las técnicas hacia repeticiones continuas de la tarea como en el caso de la reeducación de la marcha ya que, apoyándonos en la hipótesis de la repetición y neuroplasticidad de este tipo de estudios y revisiones, cualquier técnica que use: instrucciones verbales simples y claras o sin comunicación verbal, demostraciones visuales para realizar la tarea, una guía ayudada con disminución progresiva de la supervisión hasta lograr independencia motora mediante la práctica repetitiva de la actividad, como en el caso del uso de aparatos electromecánicos y de asistencia robótica, sería beneficiosas estas técnicas, puesto que cumple con los puntos de neuroplasticidad.

Por todo ello, el objetivo de esta revisión sistemática es ver qué nivel de repercusión tiene la inclusión de dispositivos electromecánicos y de asistencia robótica como medio para la reeducación funcional la marcha



## 2. MATERIAL Y METODOS

Se realizó una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados (ECA) publicados desde 2008 al 2014 en inglés y español, orientados a mejorar la funcionalidad de la extremidad inferior en la marcha en pacientes tras sufrir un ictus, dentro de los criterios en fase aguda, subaguda y crónica. Es decir, aquellos estudios de tratamiento que no incluyan farmacología, como toxina botulínica, de la extremidad inferior.

Se establecen los siguientes criterios de inclusión y exclusión para definir la búsqueda bibliográfica.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión a cumplir por los estudios fueron:

#### **En cuanto al diseño del estudio**

- Se incluyeron ensayos controlados aleatorizados (ECA's) aplicando la herramienta de valoración CASPe (Valoración de la calidad metodológica) que respondiendo a las tres primeras "preguntas de eliminación" y obteniendo una puntuación mínima de 6 sobre una escala de 1 a 10; siendo 10 la máxima puntuación.
- No fueron incluidos otro tipo de estudios como guías clínicas, revisiones sistemáticas, meta-análisis, protocolos de estudio o programas de diseños de estudio para tener contacto con estudios originales evitando así introducir sesgos de publicación y de selección.

## **Participantes**

- Participantes con diagnóstico clínico de ictus, teniendo como resultado una alteración o déficit de la marcha que afecta sobre todo a la extremidad inferior después de haber sufrido un ictus.
- Pacientes con una puntuación MMSE 23, con Ashworth no mayor de 2, capaces de estar sentados 30 min, con auto-velocidad media de 0,8m/s, con una puntuación F.A.C menor de 3, que puedan caminar de forma autónoma o con una ayuda técnica una media de 5 metros mínimo.
- Una muestra igual o mayor a 30 pacientes.
- Edad adulta, mayores de 18 años.
- Pacientes que no reciban tratamiento fisioterápico durante el estudio, de no ser el grupo de control.

## **Intervención**

Técnicas orientadas hacia la recuperación funcional de la marcha que incluyan métodos electromecánicos (asistencia robótica como Lokomat, cinta rodante, suspensión parcial del peso en cinta rodante (BWSTD), estimulación eléctrica funcional (EEF),) desarrollados con este fin bajo evidencia científica, utilizados en el ámbito de la fisioterapia neuro-rehabilitadora, que se encuentren dentro del contexto de la terapia física; sin que éstas se combinen con farmacología.

Tanto el grupo control como el grupo estándar han de tener un seguimiento mayor de tres meses para ambos.

El tiempo de seguimiento será exactamente el mismo para ambos grupos.

## Mediciones y resultados

Estudios con mediciones que utilizan métodos y pruebas de valoración estandarizadas mediante variables de tiempo-distancia, longitud del paso, la cadencia y el tiempo de ciclo (velocidad de la marcha), (**Medidas de resultado principales: Escalas de evaluación de la variable dependencia:** *Clasificación Funcional de la marcha (Functional Ambulation Classification, FAC)*, *Control postural y equilibrio Berg Balance Scale (BBS)*, **Escalas de evaluación de las variables continuas (velocidad y resistencia):** *Timed 10-Meter Walk para la velocidad de desplazamiento(10MWT)*, *6-Minute Walk Test para la resistencia(6-mWT)*. **Medidas de resultado secundarias:** *River-Mead Motricity Index (RMI)*, *soft forme (SF-36)*), que valoren la funcionalidad de la extremidad inferior, antes y después de la intervención para medir la eficacia de la terapia realizada.

## CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estudios que no sean escritos en inglés o castellano.
- Estudios que no sean ECA's o estén publicados antes de los cinco años de la fecha planteada.
- Estudios ECA's que hagan referencia a intervenciones quirúrgicas y farmacológicas utilizadas para tratar las deficiencias en la coordinación en la marcha después de un ACV.
- Estudios ECA's que hable de la reeducación de la marcha y hablen de otras patologías que no sean ACV (párkinson, parálisis cerebral).

- Estudios que no representen sus resultados mediante datos estadísticos sino que sólo extraen conclusiones de la intervención mediante escalas o pruebas validadas. (Barthel, FAS)
- ECA's que hacen referencia a otro tipo de patología neurológica (parálisis cerebral infantil...), que no traten sobre terapias para mejorar la funcionalidad de la extremidad inferior post-ictus o se centren en mejorar la espasticidad o en la mejora del pie solamente.
- Estudios en los que no haya un grupo control que reciba terapia convencional pero sí otra terapia, no haya grupo control o el grupo control sea un placebo.
- Estudios en los que no se refleja si son ciegos o no o en los que se desconoce si fueron adecuadamente considerados hasta el final todos los pacientes que entraron en él.

## ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó una búsqueda electrónica inicial entre diciembre del 2013 y enero del 2014 continuando posteriormente entre junio del 2014 y julio del 2014, en las siguientes bases de datos: ISI Web of Science WOS, PEDro y Medline, a través del buscador de PubMed. Primeramente, se realizó una **búsqueda inicial** para obtener una aproximación de publicaciones del tema general en estudio poniendo en PubMed y PEDro los siguientes términos: “gait stroke physical therapy rehabilitation” encontrando 793 resultados en PubMed, sin embargo en PEDro se hallaron 54 resultados. Seguidamente, en PubMed incluyendo los términos "gait stroke training" se encontraron 701 resultados y en la base de datos PEDro con los siguientes términos: “gait stroke training” se hallaron 248 resultados.

A las dos búsquedas realizadas a través de PubMed se aplicaron, en base a los criterios de inclusión, los siguientes filtros: Clinical Trial, published in the last 5 years, Humans, En-

glish, Spanish, Adult: 19+ years. En la primera búsqueda se obtuvieron en la base de datos de Pubmed: “gait stroke physical therapy rehabilitation” 132 resultados y para la segunda búsqueda realizada en la misma base de datos con “gait stroke training” se hallaron 109 resultados, acotando de esa manera las dos búsquedas iniciales realizadas en PubMed.

Así mismo, en PubMed se realizaron otras búsquedas tomando como referencia los términos “gait stroke rehabilitation” a partir de las cuales se obtuvieron 1488 resultados que tras aplicar los filtros citados, se redujeron a 167 artículos; la misma búsqueda en PEDro devolvió 209 resultados la misma búsqueda con los mismos términos empleados en PEDro: “gait AND stroke AND rehabilitation” y 0 resultados poniendo “gait stroke rehabilitation”.

Empleando los términos: “treadmill”, “functional electrical stimulation”, “virtual reality”, “robot-assisted”, “body weight supported”, “gait training”, “transcranial stimulation” en ambas bases de datos se obtenían resultados muy similares.

Para ello, se llevó a cabo una **búsqueda sistemática** en cada base de datos con los límites de “randomized controlled trial” (ECA’s) a los cinco años anteriores a la actualidad, buscando estudios que evidenciaran la efectividad de cada técnica bajo criterios de inclusión y exclusión sin conseguir una muestra significativa de ensayos controlados aleatorios de cada una de las terapias mencionadas que cumpliesen dichos criterios, o los que superasen la CASPe por encima de una puntuación de 6/10. Se seleccionaron finalmente 10 estudios que parten de las siguientes terapias: treadmill, body weight supported, gait training, funcional electrical stimulation y robot-assisted.

También se llevó a cabo una **búsqueda manual** en la biblioteca de la Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria que no resultó ser efectiva.

Se Incluye el diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda y la bibliografía en la Tabla 1.

Tabla 1 Resumen búsqueda bibliográfica.

**BUSQUEDA ELECTRONICA**  
Base de datos : ISI Wos, MEDline y PEDro.  
**5444**

MEDLine: **3411**

PEDro: **646**

ISI WOS: **476**

**659** Citaciones encontradas:

- **198** Duplicados
- **144** Artículos
- **108** Revisiones sistemáticas
- **25** No repetidos

Estudios excluidos **212**:

- **6** por Idiomas diferentes.
- **15** por no ser accesibles.
- **58** por tener N < 30.
- **10** por fecha de publicación.
- **11** por tratamiento farmacológico: Toxina Botulínica.
- **2** por tener menores de edad
- **108** por no estar dentro de los criterios de inclusión
- **1** Reporte

En los **222** Artículos:

- **35** Estudios Piloto.
- **16** ECA
- **1** Reporte
- **3** Multicentro ECA

**10 ARTICULOS A INCLUIR**

Tabla 2. Términos de búsqueda

| TÉRMINOS Y COMBINACIONES UTILIZADAS EN LAS BÚSQUEDAS ELECTRÓNICAS. |   |  |
|--|---|--|
| BASES DE DATOS   | PALABRAS CLAVE                            | BUSQUEDAS  |
| <b>BASES DE DATOS</b>  | <b>PATOLOGIA</b>                          | <b>1º BUSQUEDA GENERAL</b><br>(PEDRo y MedLine) Con y sin filtros.         |
| PubMED   | 1 STROKE                                  | 1# 2 AND 1 AND 3 AND 4   |
| PEDro  | <b>VARIABLE</b>                           | 2# 2 AND 1 AND 5   |
| ISI (isi web of knowledge) / WOS                                   | 2 GAIT                                    | 3# 2 AND 1 AND 4   |
|  | <b>TECNICAS</b>                           | <b>2º BUSQUEDA SISTEMATICA</b><br>(PEDRO, Medline y WOS) Con y sin filtros |
|  | 3 PHYSICAL THERAPY                        | 4# 6 AND 5 AND 2 AND 1   |
|  | 4 REHABILITATION                          | 5# 7 AND 5 AND 2 AND 1   |
|  | 5 TRAINING                                | 6# 8 AND 5 AND 2 AND 1   |
|  | 6 TREADMILL                               | 7# 9 AND 5 AND 2 AND 1   |
|  | 7 Body weight support (BWS)               | 8# 10 AND 5 AND 2 AND 1  |
|  | 8 LOKOMAT                                 | 9# 11 AND 5 AND 2 AND 1  |
|  | 9 Functional electrical stimulation (FES) |  |
|  | 10 VIRTUAL REALITY                        |  |
|  | 11 ROBOTIC ASSISTED                       |  |

### Detalles de la búsqueda:

Se establecen dos bloques de búsquedas: uno general con tres algoritmos y un segundo bloque orientado a los temas dirigidos con seis algoritmos de búsqueda, tabla 3.

#### 1º Búsqueda General:

- 1# "gait stroke physical therapy rehabilitation".
- 2# "gait stroke training".
- 3# "gait stroke rehabilitation".

## 2º Búsqueda Específica:

- 4# "treadmill" AND "training" AND "gait" AND "stroke".
- 5# "body weight supported" AND "training" AND "gait" AND "stroke".
- 6# "robotic assisted" AND "training" AND "gait" AND "stroke".
- 7# "lokomat" AND "training" AND "gait" AND "stroke".
- 8# "virtual reality" AND "training" AND "gait" AND "stroke".
- 9# "functional electrical stimulation" AND "training" AND "gait" AND "stroke".

Tabla.3 Resumen de los resultados obtenidos

| #             | Medline |     |    |    | PEDro |     |     |    | WOS |    |    |    |
|---------------|---------|-----|----|----|-------|-----|-----|----|-----|----|----|----|
|               | NF      | F   | RS | N  | NF    | F   | RS  | N  | NF  | F  | RS | N  |
| #1            | 793     | 102 |    | 0  | 52    | 8   | 14  | 0  |     |    |    |    |
| #2            | 701     | 81  |    | 1  | 209   | 57  | 39  | 7  |     |    |    |    |
| #3            | 1493    | 123 |    | 11 | 248   | 87  | 51  | 13 |     |    |    |    |
| #4            | 231     | 31  |    | 1  | 71    | 28  | 4   | 1  | 256 | 41 |    | 15 |
| #5            | 61      | 7   |    | 4  | 16    | 8   |     | 1  | 45  | 14 |    | 3  |
| #6            | 23      | 7   |    | 2  | 13    | 9   |     | 1  | 36  | 9  |    | 2  |
| #7            | 30      | 5   |    | 1  | 9     | 6   |     | 2  | 52  | 7  |    | 0  |
| #8            | 23      | 3   |    | 1  | 11    | 4   |     | 1  | 40  | 3  |    | 1  |
| #9            | 55      | 7   |    | 3  | 17    | 3   |     | 2  | 47  | 8  |    | 1  |
| TOTAL<br>5444 | 3411    | 367 |    | 67 | 646   | 210 | 108 | 28 | 476 | 82 |    | 49 |

NF: Búsquedas sin filtro, F: Búsquedas con filtro, RS: Revisiones sistemáticas, N: Artículos nuevos encontrados.

De las 48# búsquedas electrónicas realizada, se encontraron 5.444 resultados. De estos, 4.533 corresponden a artículos sobre los que no se aplicaron filtros o límites. Una vez aplicados, restan un total de 659 artículos entre los que se incluyen 144 nuevos, 198 duplicados y 25 sin duplicar, lo que arroja un total de 222 artículos a revisar, además de 108 revisiones sistemáticas, lo que compone una síntesis de 330 elementos.



## EVALUACIÓN METODOLÓGICA

Se tuvo en cuenta tanto la validez interna como externa para evaluar la calidad metodológica de los estudios, mediante la herramienta de lectura crítica basada en la escala de CASPe, a través del sistema de evaluación de 11 criterios. Pueden observarse los distintos criterios de la escala en la tabla 4.

Tras esta evaluación, se añadieron estudios en los que se respondiera a las tres primeras “preguntas de eliminación” y que se obtuviera una puntuación mínima de 6 sobre 10, siendo 8 la máxima puntuación y 6 la mínima obtenida, como se observa en la tabla 4.

Los estudios seleccionados son ensayos clínicos aleatorizados en los que se definen términos de población e intervención realizada, siendo considerados los resultados en los que la asignación fuese aleatoria y orientada sobre la pregunta definida (criterios 1 y 2 de la CASPe). De los 10 estudios sólo en el de Ambrosini<sup>17</sup> hubo cegamiento tanto del terapeuta como de los pacientes como del asesor (criterio 4 de la CASPe), y sólo el asesor fue ciego en Daily<sup>20</sup>, Dean<sup>15</sup>, Chen<sup>16</sup>, Morone<sup>13, 14</sup>. Todos los estudios cumplieron el criterio 5 de la CASPe en el que los grupos fueron similares al inicio. Respeto al criterio 6 en el que ambos grupos fueron tratados de igual modo, se desconoce en 4 estudios: Ambrosini<sup>17</sup>, Hornby<sup>21</sup>, Hilder<sup>18</sup> y Monrone<sup>13</sup>.

Aunque el tamaño muestral estaba dentro de los criterios de inclusión, cabe destacar que los datos aportados en dos de los estudios, Daily<sup>20</sup> y Wu<sup>22</sup>, no aportan datos relevantes para ningún de los tres criterios 9, 10 y 11 de la CASPe dentro del apartado: ¿Pueden ayudarnos los resultados? Sólo en cinco de los estudios Ambrosini<sup>17</sup>, Hilder<sup>18</sup>, Dean<sup>15</sup> y Monroe<sup>13, 14</sup> cumplen la extrapolabilidad de los resultados a la población local (criterio 9 de la CASPe).

Tabla 4. Evaluación Metodológica CASPe.

| Tabla4. EVALUACIÓN METODOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN: CASPe. |   |   |   |   |   |   |   |                 |   |    |    |       |
|--|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|---|----|----|-------|
| Estudio  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7   | 8               | 9 | 10 | 11 | Score |
| Park <sup>19</sup>   | + | + | + | N | + | + | - 10mWT <sub>1</sub> , 6MWD <sub>2</sub> , BBS <sub>3</sub>   | IC 95%          | N | N  | +  | 7     |
| Ambrosini <sup>17</sup>  | + | + | + | + | + | N | -MI (/100), Velocidad   | IC 95%          | + | NS | +  | 8     |
| Hornby <sup>21</sup>   | + | + | + | N | + | N | -Velocidad  | IC 95%          | N | +  | N  | 6     |
| Hilder <sup>18</sup>   | + | + | + | N | + | N | -Velocidad, 6MWT, RMI   | IC 95%          | + | NS | N  | 6     |
| Daily <sup>20</sup>  | + | + | + | N | + | + | - G.A.I.T. <sub>10</sub> 6MWT.  | IC 95%          | N | N  | N  | 7     |
| Wu <sup>22</sup>   | + | + | + | N | + | + | - 6MWT <sub>2</sub> , BBS <sub>3</sub> , SF-36  | IC 95%          | N | N  | N  | 6     |
| Dean <sup>15</sup>   | + | + | + | N | + | + | -10mWT <sub>1</sub> , 6MWT <sub>2</sub>   | IC 95%          | + | N  | +  | 8     |
| Chen <sup>16</sup>   | + | + | + | N | + | + | - BBS, Velocidad, GI-RO, Fuerza muscular.   | No se contempla | N | +  | +  | 7     |
| Morone <sup>13</sup>   | + | + | + | N | + | N | - FAC <sub>4</sub> , RMI Rivermead Mobility Index, 6MWT <sub>2</sub> , 10mWT <sub>1</sub> , IB <sup>5</sup> | IC 95%          | + | NS | +  | 7     |
| Morone <sup>14</sup>   | + | + | + | N | + | + | - FAC <sub>4</sub> , RMI Rivermead Mobility Index, Bathel Index   | IC 95%          | + | NS | +  | 8     |

1.10m Walking Test (m/s) (10MWT) / 2.6 Minute Walkin Distance(m) (6MWT) / 3.Berg Balaance Scale (BBS) / 4.Functional Ambulation Categories (FAC) /5. Index Barthel (I.B/ 6..Gait Assessment and Intervention Tool ( G.A.I.T.).

La pregunta del ensayo debe definirse en términos de población, intervención realizada y los resultados considerados. 2. ¿Fue aleatoria y se mantuvo oculta la asignación de los pacientes al tratamiento?. 3. ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?. 4. ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal de estudio?. 5. ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?. 6. ¿Fueron tratados de igual modo los grupos?. 7. ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?. 8. ¿Cuál es la precisión de este efecto?. 9. ¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local?. 10. ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?. 11. ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?.

### **3. RESULTADOS**

En los estudios incluidos se encontraron comparaciones con sus respectivos resultados entre las diferentes variables que se midieron con pruebas estandarizadas entre los grupos de intervención y control, como por ejemplo entre las más utilizadas están: para el nivel cognitivo (MMSE, mini-mental scale examen), para el estado de salud (SF-36, Soft form 36), para la calidad de la marcha se miden la velocidad y longitud del paso (10mWT tiempo realizado en diez metros marcha) y para la capacidad se mide la resistencia (6MWT distancia recorrida en 6 min), para el equilibrio (BBS, Berg Balance scale), para función (FAC, Functional Ambulatory Category), para la evaluación de potencia motora en la extremidad inferior (IM, Index Motricity)

#### **CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS**

En términos generales, en la mayoría de los ensayos incluidos la edad de los pacientes se sitúa en una media de 59 años, que va de los 18 años como en Morone<sup>13, 14</sup> a 85 años en Dean<sup>15</sup>. Respecto al sexo hay mayor número de hombres que de mujeres, tal como se observa en el estudio de Chen<sup>16</sup> que tiene 3 mujeres con N=30, de Dean<sup>15</sup> con 55 mujeres y 71 hombres con N=126 y de Morone<sup>13, 14</sup> de N= 48 con 20 mujeres y 28 hombres que son los estudios con un reparto disgregado de género más homogéneo.

El tiempo de las sesiones fluctúa de los 25 minutos de tratamiento por 5 veces a la semana descrito en el estudio de Ambrosini<sup>17</sup> hasta sesiones de 1,5 horas por 3 días por 24 sesiones descrito en Hilder<sup>18</sup>.

En los estudios incluidos se repiten test estandarizados para valorar los resultados de las

diferentes variables, ya que a pesar de existir heterogeneidad en las intervenciones llevadas a cabo, se pretende medir si existe eficacia dentro de los parámetros evaluados para saber si es efectivo el tratamiento propuesto: 1. En cuanto a la calidad de la marcha midiendo la velocidad y la cantidad en la longitud del paso, observando cómo y el tiempo que tarda en recorrer 10 metros (10MWT), 2. En cuanto a la capacidad mediante la resistencia con la distancia recorrida en seis metros (6MWT), 3. En cuanto al equilibrio con Berg Balance Scale (BBS), 4. Para el nivel cognitivo (MMSE, mini-mental scale examen), 5. Para el estado de salud (SF-36, Soft form 36), 6. Para la función (FAC, Functional Ambulatory Category), 7. Para la evaluación de potencia motora en la extremidad inferior (IM, Index Motricity). *Tabla 5 características más relevantes de los artículos seleccionados; en apartado 6. Anexos.*

## SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

Park<sup>19</sup>, Dean<sup>15</sup> y Chen<sup>16</sup> centran sus estudios en los beneficios de la cinta rodante **Treadmill** (BWSTD); el primero y el segundo aplican desgravación del peso BWSS en comparación con la marcha sobre superficie, el tercero describe una cinta circular comparando personas con ictus frente a personas sin ictus sobre la capacidad de giro.

Para Park<sup>19</sup> los tiempos para caminar 10 m, la distancia en la marcha de 6 min y BBS la puntuación de ambos grupos, Grupo Control (GC) y el Grupo Intervención (GI), mejoraron significativamente, pero no hubo diferencias significativas entre ellos. En el subgrupo de la velocidad lenta del GC mostró una mejoría significativa en comparación con los sujetos del GI en la prueba de marcha de 6 min. En general, se concluye que el GC fue más eficaz en la resistencia de la marcha que el GI.

El estudio de Dean<sup>15</sup> concluye que la efectividad del proceso se constató a los seis meses

del comienzo del proceso, sin diferenciar entre grupos, en términos de velocidad (MD 0,10 m / s, IC del 95%: -0,06 a 0,26) o la zancada (MD 6 cm, IC del 95% -7, -19). El GI camina 57 metros más (IC del 95%: 1 a 113) en el test de 6 minutos marcha que el GC, calificando el GI con una puntuación del 1 al 10 (IC del 95%: 0,1 a 1,9) mayor que el GC.

En cuanto al estudio de Chen<sup>16</sup>, y se observó una interacción significativa entre los grupos y el tiempo de la velocidad de giro independientemente del sentido del giro, el rendimiento constante al caminar (velocidad y la simetría temporal), la fuerza de los músculos de la cadera y flexores dorsales del tobillo, y control del equilibrio (BBS, la transferencia del peso en la dirección de avance y la función vestibular). En comparación con el GC, el GI mostró mayores mejorías en las medidas en la velocidad para caminar ( $p=0,036$ ) y en la simetría ( $p=0,044$ ). Siendo estos valores similares en el GC, para el giro 360° ( $p=0,003$ .) y para BBS (equilibrio) tuvo el GC ( $p<0,001$ ) que fue mayor para GI ( $p=0,001$ ) pero fueron similares, manteniéndose al mes de seguimiento. Esta técnica puede ser una estrategia viable y eficaz para mejorar la capacidad de giro, la marcha simétrica, la fuerza muscular y el control en el equilibrio.

Los estudios de Ambrosini<sup>17</sup> y Daly<sup>20</sup> versan sus estudios sobre la **EEF** y ambos difieren en la forma de tratamiento. Mientras que Ambrosini<sup>17</sup> plantea un modelo de tratamiento en el que el paciente permanece sentado pedaleando en frente de un ciclo-ergómetro, el estudio Daly<sup>20</sup> plantea el método contrapuesto: bipedestación mediante soporte parcial del peso sobre cinta rodante comparando dos grupos, uno con FES vs no-FES.

En la fase de seguimiento del estudio de Ambrosini<sup>17</sup>, se observó que los pacientes de ambos grupos habían logrado avances significativos en MI y velocidad de la marcha ( $p<0,01$ ). Después de controlar la diferencia en las puntuaciones iniciales MI, los pacientes del grupo

de EES ganaron significativamente más puntos MI al final del tratamiento (30 vs 11,  $p=0,002$ ) y en el seguimiento (39 frente a 10,  $p<0,001$ ) siendo mejor pronóstico en la prueba de control del tronco y la prueba vertical de control del motor, tanto al final del tratamiento como en el seguimiento.

Y en Daly<sup>20</sup> los pacientes de ambos grupos mejoraron durante el periodo de tratamiento para el GI logrando una mejoría significativamente mayor en la marcha ( $p = 0,045$ ) después del tratamiento que se mantuvo a los 6 meses, observándose en el 50% del grupo GI una mejora de 10 puntos sobre G.A.I.T en comparación con el 21% del GC.

Para sus trabajos, Hornby<sup>21</sup>, Hilder<sup>18</sup>, Wu<sup>22</sup> y Morone<sup>13, 14</sup> se centran en la **asistencia robótica** dentro de la rehabilitación en la marcha. Hornby<sup>21</sup> intenta demostrar la eficacia del entrenamiento del paso en cinta rodante frente al asistido robóticamente, obteniendo como resultado primario la velocidad de la marcha en auto-seleccionados (SSV) y la velocidad rápida (FV), al final del seguimiento de las medidas de velocidad de la marcha habían sido para SSV: 0,09 frente a 0,05 m / s, ( $p <0,03$ ) y en FV: 0,12 frente a 0,07; ( $p <0,02$ ). Se revela un efecto significativo en la Velocidad de la marcha, con mejoras para SSV y FV en el GC, manteniéndose los efectos hasta 6 meses.

Por contra, en estudio de Hilder<sup>18</sup> de carácter metacéntrico sobre la recuperación con Lokomat del GC, los participantes que recibieron entrenamiento de la marcha convencional GI, experimentaron mejoras estadísticamente significativas en cuanto a velocidad y la distancia en comparación con las personas capacitadas en el Lokomat del GC. Estas diferencias se mantuvieron durante la evaluación al seguimiento de 3 meses después. De ello se deduce que la resistencia y la velocidad, fueron Mejores en SSV para GC ( $p=0.77$ ), en la marcha para GC ( $p=0.03$ ) y mayores en la velocidad para el GC ( $p=0.002$ ), donde para la

movilidad y función existen mejoras visibles para el GC en las medidas: MAS, FAC, BBS, RIM excepto en la cadencia que es mejor para el GI.

El trabajo de Wu<sup>22</sup> se centra en un estudio de resistencia vs asistencia robótica en la reeducación de la marcha post-ictus que después de 6 semanas de entrenamiento robótico, se observa que la velocidad al caminar aumentó significativamente en ambos grupos, siendo para el grupo asistido ( $p=0.01$ ) frente al grupo resistido ( $p=0.75$ ), entre los grupos SSV y FV sin diferencias significativas en las ganancias de la velocidad al caminar, observadas entre los dos grupos. Además, la distancia recorrida en 6 minutos para el Grupo asistido ( $p=0.002$ ) en comparación con el Grupo resistido ( $p=0.06$ ), con mejoras mejoraras significativas para el grupo de asistencia, incrementando para BBS significativamente en el Grupo resistido ( $p=0.02$ ) y para el Grupo asistido ( $p=0.06$ ), con tendencia a ser mayor en el Grupo de resistencia. La aplicación de una resistencia controlada o una carga de la asistencia a la pierna parética durante el entrenamiento con cinta rodante, pueden inducir mejoras en la velocidad al caminar. Sugiere que el entrenamiento de resistencia no fue superior a la formación de asistencia para mejorar la función de la marcha.

Para Morone<sup>13, 14</sup> son dos estudios complementarios ya que el primero realiza el estudio en sí y el segundo es el seguimiento posterior con intención de demostrar la eficacia de la técnica. Los pacientes del Grupo intervención low-motor (GI-LM) mejoraron significativamente para FAC ( $p < 0.001$ ), RMI ( $p = 0.001$ ), y la distancia ( $p = 0.029$ ). Las terapias convencionales y robóticas fueron equivalentes en el Grupo intervención higt-motor (GI-HM). En los dos años de seguimiento, se observa que la baja motricidad GI continuó demostrando diferencias significativas ante GC en términos de FAC ( $p = 0.002$ ) y RMI ( $p = 0.01$ ), mostrando diferencias significativas para las puntuaciones del Índice de Barthel ( $p = 0.024$ ).

Los ensayos analizados, se pueden agrupar en los siguientes bloques: 1. En el bloque de cinta rodante con suspensión del peso parcial **BWSTD**, existe en todos los estudios Park<sup>19</sup>, Dean<sup>15</sup> y Chen<sup>16</sup>, mejora en las pruebas que miden la funcionalidad de la marcha sobre los grupo de intervención excepto para Park<sup>19</sup>, que concluye que el GC fue más eficaz en la mejora de la resistencia de la marcha que el GI, 2. Sobre los estudios incluido en el bloque **EES**, tanto los estudios los Ambrosini<sup>17</sup> como en Daly<sup>20</sup>, concluyen en mejoras significativas para GI sobre el GC, 3. En el tema de la **Terapia robótica**, en uno de los estudios incluidos, existe beneficio sobre el reentrenamiento de la marcha. En general, la conclusión es que no hay una clara demostración de la técnica en cuestión en comparación con la fisioterapia convencional.

## 4. DISCUSIÓN

Los estudios incluidos en esta revisión han evaluado los beneficios que puede aportar el uso de la tecnología relacionada con sistemas electromecánicos y asistencia robótica en pacientes que han sufrido un ictus, así como mejoras en el estado de salud y la movilidad, a partir de los cuales se ha demostrado mejorías en la velocidad de la marcha y la resistencia con cambios asociados a nivel cortical, tomando como punto de partida la teoría de la neuroplasticidad. Estas técnicas utilizan la tarea repetitiva de entrenamiento específica mediante el acto motor de la marcha, mediante suspensión parcial de peso sobre del lado afecto, asistencia robótica con apoyo de un exoesqueleto como Lokomat y estimulación eléctrica funcional. En general casi todos los artículos coinciden en los ítems y valores que miden, correspondientes a la velocidad, la resistencia y el equilibrio, entendiendo que no



hay una asociación directa entre la técnica y su efectividad.

**Metodológicamente** se eligieron ensayos con una muestra mínima de treinta pacientes, ya que por debajo de ese número no se considera una muestra representativa, lo que da mayor validez externa. Aunque para ciertos estudios, a pesar de tener una muestra mayor, se considera el tamaño pequeño como en el estudio de Morone<sup>13</sup>, con cuarenta y ocho pacientes, por ser una limitación para realizar subgrupos. En la mayoría de ellos se entiende como una limitación la incapacidad para cegar al terapeuta y a los participantes, lo que definimos como “contaminación” (provisión de la intervención con el grupo control) y co-intervención (cuando el mismo terapeuta proporciona involuntariamente atención adicional al grupo de tratamiento o de comparación). Todas estas posibles limitaciones metodológicas introducen la posibilidad de sesgo en la realización como en los estudios de Ambrosini<sup>16</sup>, Dean<sup>14</sup>, Hornby<sup>21</sup>, Park<sup>19</sup> y Wu<sup>22</sup>. En otros ensayos como en Daly<sup>20</sup>, el tratamiento no está clínicamente disponible y en el estudio de Dean<sup>15</sup> las limitaciones se centran sobre los resultados que no son extrapolables a la población, o limitaciones varias como se plantean en la muestra en Ambrosini<sup>17</sup> por falta de heterogeneidad. También se piensa que los criterios de inclusión y exclusión sean demasiado estrictos. Más orientado a la fase aguda del ictus, se plantea si la recuperación ha podido ser por las técnicas aplicadas o por efecto de la neuroplasticidad, sin poder determinar la causa exacta, tal y como se refleja en diferentes artículos, describiendo y cuestionando la manera de organizar la recuperación en base a la neurobiología<sup>23, 24, 25</sup>, sin quedar claro si las diferencias observadas dependen de la intensidad de la terapia, en términos de repeticiones de la práctica de la marcha. Por otra parte, la mayoría de los ensayos, seleccionan ellos mismos el protocolo de tratamiento, que entre otras contrariedades, las técnicas no son reproducibles, ya que en los estudios incluidos no detallan específicamente la actuación terapéutica hasta llegar a los resultados,

puesto que los autores lo exponen de manera general, sin detallar la actividad realizada, orden, secuencias....

Comparando los estudios, observamos que el efecto de tratamiento de las medidas tiene un 95% de intervalo de confianza (IC) excepto en el estudio de Chen<sup>16</sup> donde no se refleja. También los tiempos de tratamiento y seguimiento son diferente para cada estudio, que oscilan desde 25 min por doce sesiones como en el estudio de Ambrosini<sup>17</sup>, hasta tres horas por días/semana por un total de 20 sesiones en el estudio de Dean<sup>15</sup>, con seguimientos post-tratamiento que van desde un mes como el artículo de Chen<sup>16</sup> hasta los dos años como en el estudio de Morone<sup>14</sup>. Lo que nos indica que en la intensidad y duración del tratamiento no existen guías uniformes.

En cuanto a las limitaciones que se han presentado en esta revisión al realizar la búsqueda, no ha sido posible acceder a 15 documentos; por no ser encontrados dentro de la búsqueda electrónica y manual. También, fueron excluidos 6 estudios por estar escritos en otro idioma (alemán, chino, coreano y turco). Otra limitación importante es que solo hay un evaluador, con un solo criterio subjetivo (en las revisiones Cochrane los artículos son elegidos por dos personas, entrando una tercera si no hubiese consenso ante la elección de artículos). Además los criterios de inclusión han sido demasiado específicos. Por lo que no se seleccionó más que un reducido número a fin de mantener la calidad aunque se redujera la muestra. Aunque se observan mejoras estadísticamente significativas, no parecen ser superiores a la terapia convencional. Por ello los resultados obtenidos de esta revisión no son fiables, ya que los tratamientos son diferentes en la duración y en el tiempo de tratamiento. A pesar de ello, es importante señalar la correlación existente entre los resultados de la mayoría de los artículos, que confirman los beneficios de la aplicación de las técnicas

descritas en la recuperación de pacientes agudos y post-agudos. Así, la revisión de Cochrane Cochrane Mehrholz<sup>26</sup> sostiene que los pacientes intervenidos con aparatos electromecánicos tienen mayores probabilidades de lograr la marcha independiente que aquellos que recibieron entrenamiento sin estos dispositivos. Por otro lado, en otra revisión Cochrane Moseley<sup>27</sup> dice que no se detectó ningún efecto estadísticamente significativo del entrenamiento en pasarela rodante con o sin apoyo del peso corporal. Aunque los estudios individuales sugieran que el entrenamiento en pasarela rodante con apoyo del peso puede ser más eficaz que por sí solo y que el entrenamiento en cinta de correr más el ejercicio orientado a la tarea puede ser más efectivo que los ejercicios simulados, siendo necesario ampliar la investigación para confirmar estos hallazgos. En conclusión, podemos afirmar que la terapia orientada a la función sobre cinta de marcha no es superior a tratamiento convencional. El estudio de Chen<sup>16</sup> afirma de igual modo, tal y como se observa en la aplicación de BWSTD y que refuerzan estudios como el de Duncan<sup>28</sup> donde el uso de BWSTD, no demuestra ser superior de ejercicio progresivo por un fisioterapeuta. Pero por contra sugiere que las interacciones a los dos meses pueden acelerar las ganancias para caminar después de un ictus, tal y como concluyen los estudios de Park<sup>19</sup> y Dean<sup>15</sup>, que sostienen una mejora en los pacientes agudos, siendo reforzando por la revisión Cochrane Mehrholz<sup>26</sup>.

Por otro lado, sobre los dispositivos robóticos de los estudios de Hornby<sup>21</sup>, Hilder<sup>18</sup>, Wu<sup>22</sup> y Morone<sup>13, 14</sup>, el empleo de electromecánicos (Lokomat ó Gait Trainer) que permiten un entrenamiento precoz y una aplicación intensa, sugiere que la utilización de dispositivos robóticos no es mejor que la terapia convencional.

Por otro lado, el uso de EEF, según Daly<sup>20</sup> aprovechando el concepto de neuroplasticidad

para la aplicación clínica<sup>29</sup> mediante EEF intramuscular a nivel profundo, con fortalecimiento muscular y así de esa manera recuperar los movimientos coordinados dependientes de la función motora del sistema nervioso central, concluye que realizar ciclismo con EES en la recuperación de la marcha en pacientes crónicos puede mejorar la función motora.

Otro artículo, el de Ambrosini<sup>17</sup>, EEF vs EEF placebo aplicada al entrenamiento motor, sostiene que es eficaz, mientras se elabore el ejercicio repetitivo del pedaleo emulando la marcha. Otro ensayo como el de Lindquist<sup>30</sup> comparó los efectos del entrenamiento en cinta rodante, sólo y en combinación con EEF durante la marcha, Concluyendo que la combinación de ambas mostraba una recuperación motora y mejoraba el patrón de marcha, duración fase de apoyo, cadencia y simetría en la longitud del paso, respecto a la marcha.

Sería recomendable que en futuras investigaciones se detallaran los tratamientos aplicados, el número de sesiones semanales, series, repeticiones, orden y tiempo que debe durar cada actividad. Además, se deberían realizar más estudios observando la evolución a largo plazo de los pacientes estableciendo una duración ideal para la aplicación de la terapia, reconociendo cuál es el tipo de rehabilitación que produce mayor beneficio.

## 5. CONCLUSIONES

Tras un ictus es conveniente la pronta puesta en marcha de la rehabilitación, teniendo en cuenta que la utilización de los aparatos electromecánicos y asistencia robótica ayudan positivamente, ya que no perjudican al entrenamiento de la marcha y ayudan a la descarga física del terapeuta. Por otro lado se necesita más evidencia científica de la eficacia de las técnicas y mejorar la heterogeneidad de las muestras respecto a los tiempos de tratamiento,

Detallando los métodos empleados, ya que no tienen la misma respuesta pacientes con patología aguda, que subaguda o crónica.

En cuanto a la práctica, se pone de manifiesto que uso de estas técnicas mencionadas en combinación con fisioterapia aumenta la posibilidad de recuperar la capacidad de caminar de forma independiente. Pero no se puede establecer una asociación directa entre el uso de estos dispositivos y la mejora de la velocidad de la marcha ni de la capacidad de caminar.

Lo que sí puede afirmarse es que la intervención temprana es beneficiosa en pacientes que al comienzo del estudio no podían caminar al inicio del estudio, en cuanto al logro de la marcha independiente y la velocidad. Además, las intervenciones propuestas no son reproducibles, ya que no detallan cada actividad, así como el orden y tiempo que debe durar cada una, exponiéndolo de manera general.

En cuanto a la investigación, habría que mejorar los diseños de evaluación de beneficios y daños derivados del entrenamiento de la marcha asistida. Actualmente, las comparaciones entre los diferentes dispositivos también son escasas. Las investigaciones futuras deberían incluir estimaciones de los costos (o ahorros) asociados con el entrenamiento de marcha electromecánicos.

## 6. ANEXOS

**Tabla 5. CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN**

| Autor y año                    | Estudio y duración  | Participantes   | Características  | Variable s/ Evaluación                 | Intervención/ N° de sesiones   | Resultados  |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|---|
| Morone <sup>13</sup><br>(2011) | ECA<br>Duración: 4 semanas y seguimiento a las 4 semanas después. | -N=48 pacientes<br>-GI: 24, GC: 24<br>Edad:≈61.75 años<br>-Sexo: 28 hombres y 20 mujeres Estratificados (Body Mass Index BMI):<br>< 26 alto deterioro motor. ≥ 26 bajo deterioro motor. | -Ictus subagudos en el rango de edad 18-80 de predominio unilateral confirmado por TAC o RM.<br>-FAC < 3<br>-MMSE ≥ 24<br>-Protocolo aprobado por el comité de ética con consentimiento informado.<br>Excluidos: otro derrames subaracnoidea, secuelas graves, patologías incapacitantes, negligencia Hemiespacial, espasticidad que limite el movimiento en un 80%. | -FAC<br>-RMI<br>-IB<br>-6MWT<br>-10MWT | 3 h de tto 5 veces/semana mas dos sesiones de fisioterapia diarias de 20 sesiones de 40 min 5 veces/semana. A la semana del tto. <b>GI (LM y HM):</b> a la semana de admisión realizo 20 sesiones de robótica, 5 veces a la semana durante 4 semanas 40min, 20min era terapia activa TB y los otros 20 preparación y descansos del paciente. <b>GC (LM y HM):</b> fueron desgravados de 0% a 50% del peso corporal, después de 1 semana sesiones de fisioterapia.  | Con un IC 95% se encontraron mejoras significativas el GC para el subgrupo LM (P=0.010).<br>FAC (P<0,001)<br>RM (P=0,001)<br>6MWT (P=0,029)<br>No se encontraron mejoras para IB y 10MWT.<br>Al alta para ambos grupos en el subgrupo Low Motor, FAC (P=0.001), IB (P=0,006)<br>RMI (P=0,001), 6MWT (P=0.029), 10MWT (P=0,826).                                   |
| Morone <sup>14</sup><br>(2011) | ECA<br>Duración: 2 años después de seguimiento                    | -N=48 pacientes<br>-GI: 24, GC: 24<br>Edad:≈61.75 años<br>-Sexo: 28 hombres y 20 mujeres Estratificados (Body Mass Index BMI):<br>< 26 alto deterioro motor. ≥ 26 bajo deterioro motor. | Ictus subagudos en el rango de edad 18-80 de predominio unilateral confirmado por TAC o RM.<br>-FAC < 3<br>-MMSE ≥ 24<br>-Protocolo aprobado por el comité de ética con consentimiento informado.<br>Excluidos: otro derrames subaracnoidea, secuelas graves, patologías incapacitantes, negligencia Hemiespacial, espasticidad que limite el movimiento en un 80%.  | -FAC<br>-RMI<br>-IB                    | Se reevaluaron a los dos años posteriores, mediante medidas de participación y función.  | Los valores al seguimiento con un IC 95% siendo posteriores a los 2 años se obtuvieron los siguientes resultados en las valoraciones.<br>IB (P=0,024) ,<br>FAC (P=0,002)<br>RMI )P=0,010), siendo más significativa para ambos grupos en el subgrupos Low Motor a los dos años después del tto.   |
| Dean <sup>15</sup><br>(2010)   | ECA,<br>Duración: 6 meses.  | N=126 pacientes<br>GI: 64<br>GC:62<br>Edad:≈68.5años<br>Sexo:55 mujeres y 71 hombres<br>-Estratificado según MAS (Motor Assessment Scale) la severidad: 0-3 y de 4-6.                   | -Ictus: hemiparesica o hemipléjico no ambulatorio<br>-Equilibrio en sedestación.<br>-Sensibilidad(0-2)<br>-Ashworth (0-4)<br>-Comité de ética.<br><br>-excluidos:<br>Cognición baja, cardiopatías.   | -10TMW<br>-6MWT                        | 30 min de marcha 5 veces/semana, con 60min, fortalecimiento, transferencias sentarse, levantarse. <b>GI:</b> encima de una cinta rodante, suspendidos mediante arnés, a una altura que permitiera la extensión. La velocidad inicial lo establecía el terapeuta asistiendo la longitud de paso, y reduciendo la suspensión de peso a medida que se conseguía: -pivotar pierna afecta solo -en fase apoyo sin <b>GC:</b> práctica de la marcha asistida, con ayudas técnicas (bastones), barras paralelas. A medidas que tienen, se les instruye para aumentar la velocidad a la par que se reduce las ayudas técnicas y del terapeuta. | Sobre un IC.95% a los 6 meses el GI con un 72%, camino de forma independiente más que GC 60%.<br>La capacidad de caminar en la velocidad de GC > GI pero no se considera estadísticamente significativo.<br>El GI se observó para 6MWT una ≈ 57m > que GC siendo estadísticamente significativa.- Calificando de 1 al 10 por parte del GI (IC95%: 0,9 a 1,9) > GC |

|                                   |  |   |   |  |   |   |
|-----------------------------------|--|---|---|--|---|---|
| Chen <sup>16</sup><br>(2013)      | ECA:<br>4 semanas  | -N=30 pacientes<br>-GI: 15<br>-GC:15<br>Edad:≈54.25 años<br>-Sexo:27 hombres y 3 mujeres  | -Ictus unilateral ≥ 6 meses.<br>-Caminar independiente 6m con o sin uso de ayudas. - Brumstrom EEII > 3. -Capaz de seguir órdenes verbales.<br>-Consentimiento informado por escrito<br>Aprobados por la junta institucional del hospital.  | - BBS,<br>- Velocidad<br>- GIRO<br>-Fuerza muscular. | 30 min tto y 10 min de ejercicio (deambulaci3n (recto y giros), transferencias e indicaciones verbales), 3veces/semana.<br><b>GI:</b> 30 min entrenamiento en superficie giratoria (15 min sentido horario y 15 min sentido anti horario con descanso de 5 min entre ellas) y 10 min ejercicio normal.<br><b>GC:</b> 30 min entrenamiento en cinta rodante normal y 10 min ejercicio normal.  | Las mejoras en BBS fueron GC (P<0,001) > GI (P=0,001).<br>En el Giro 360° para el lado afecto el GI (P<0,001) > GC (P=0,024) y No afecto GI (P=0,001) > GC (P=0,005), con mejoría significativa para GI.<br>En la velocidad lado afecto GI (P <0,001) > GC (P = 0,024) y no afectado GI (P = 0.001) > GC (P=0,005), Efectos significativos en la Fuerza muscular para GI (P <0,011) > GC (P <0,046) estuvieron presentes. |
| Ambrosini <sup>17</sup><br>(2011) | ECA<br>Duraci3n: 4 semanas de intervenci3n y un seguimiento de 3-5 meses | -N=35 pacientes,<br>-GI: 15<br>-GC:15<br>-Edad: ≈ 58 a±os<br>-Sexo: 8 mujeres y 15 hombres  | -Ictus por primera vez: intervalo del evento agudo <6 meses antes del inicio del estudio. -Hemiparesia. -Cognici3n 3ptima. -Capaz de sentarse 30min. -Asworth < 2. (Rangos de movilidad no impidan el pedaleo). -Consentimiento informado por escrito y aprobado por el comit3 de 3tica. -Alergias a electrodos, incapacidad para tolerar elctroestimulaci3n, marcapasos. | -MI (/100)<br>-Velocidad                             | 5 veces por semana, recibiendo un total de 20 sesiones de 25 min cada una. Sentados delante de un ciclo-erg3metro motorizado con estimulador de 8 canales con electrodos situados en: Cuádriceps, Isquiotibiales, Glúteos y tibial anterior de ambas piernas. Cada ensayo consistió en 1 min de bicicleta pasivo, seguido de 2 min de pedaleo voluntario, se pedía que se centraran en realizar el pedaleo de forma simétrica. Durante la prueba se mantuvo una velocidad de 30rpm para garantizar un mov suave y seguro. <b>GI:</b> Se estableci3 una intensidad de estímulo para cada músculo con un valor tolerado y clara contracci3n muscular. <b>GC:idem</b> Recibieron estímulos de intensidad cero. | Con un 95% IC observamos que para el G.I hubo aument3 en MI= 39-69, con (P< 0,001) y velocidad de la marcha aumento de 0,11 m / s hasta 0,39 m / s con una (P = 0,028), con mejoras en el seguimiento en ambos resultados (MI, P= 0,002) y Velocidad de la marcha ( P= 0,001).<br>Y para el GC seguimiento los resultados en MI (P=0,002) y para velocidad en la marcha de una (P=0,001).                                 |
| Hilder <sup>18</sup><br>(2009)    | ECA  | -N= 63 pacientes<br>-GI: 33<br>-GC:30<br>-Estratificados acorde a la velocidad inicial de la marcha; para ≤ 0,4m/s (severos locomoci3n) y para > 0,4y ≤ 0,6 m/s (moderados)<br>-Edad: ≈58.7a±os<br>-Sexo:39 hombres y 24 mujeres. | -Ictus hemorrágico o isquémico < 6 meses y > edad.<br>-habilidad para la deambulaci3n de 5m -Con auto-velocidad SSV 0.1≈0.6 m/s -Solo pueden recibir el tratamiento protocolizado.<br>-MMSE > 24<br>-Depresi3n : CES-D ≥ 16<br>-Excluidos:<br>OP, Contracturas que limiten el rango de movimiento, HTA mal controlada.  | -Velocidad<br>-6MWT<br>-RMI                          | 1,5 h de tto 3 veces/semana. Durante 8 a 10 semanas<br>Por un max de 24 sesiones.<br>Mas <b>GI:</b> desgravado parcialmente el peso del cuerpo al 40% con una velocidad ≈ 0.42m/s (1.5Km/h), incrementando la velocidad en segmentos de 0,06m/s hasta 0,83m/s(3Km/h) máximo <b>GC:</b> Facilitaci3n de la marcha por terapeutas, para la resistencia, la velocidad, la estabilidad postural y la simetría.  | Con un 95% IC se observ3 en GC mejoras frente al GI:<br>Evaluaciones de la velocidad (similares para 6MWT):<br>-Inicial GI (0,34) < GC (0,35); (P=0.77)<br>-Media GI (0,06) < GC (0,18); (P=0,03)<br>-Posterior GI (0,12) < GC (0,25); (P=0,002)<br>-A los 3 meses GI (0,15) < GC (0,30); (P=0,006)<br>Para RMI ( GI de 9,5 a GC 11,3)<br>GC mejoro en base de 15pasos/min > GI fue de 7,3pasos/min.                      |
| Park <sup>19</sup><br>(2013)      | ECA<br>Duraci3n: 4 semanas.  | -N=40 pacientes<br>-OGT:20<br>-(Slow)=10 -(Fast)=10<br>-TGT:20<br>-(Slow)=10 -(Fast)=10<br>-Edad ≈52 a±os.<br>-15 Mujeres. -25 Hombres.   | -Diagn3stico de ictus.<br>-Habilidad para andar 10 metros.<br>-MMSE ≥ 23. -21 pacientes con lado drch afecto. - 19 con lado Izq afecto.<br>- F.A.C ≈ 4.6 ± 0.5.   | 10mWT.<br>6MWT<br>BBS                                | Entrenamiento de la marcha:<br>30min, antes y despu3s, en 5 días por un total de 10 veces. <b>GI</b> (Slow),(Fast):<br>Marcha sobre velocidad confortable<br>Bajo el método Langhamer and Stanghelle.<br>Empezaban a velocidad lenta y esta era incrementada a cada minuto. <b>GC</b> (Slow),(Fast):<br>30 m circuito marcha sobre el suelo.<br>Bajo supervisi3n de un terapeuta.   | Con.95% IC para las medias, 10mWT, 6MWD, BBS tras 4 semanas de tratamiento con (p<0.001).<br>BBS fue para TGT slow (P<0,001) > TGT fast (p<0.05).<br>10MWT en subgrupo rápido (p<0.05) < subgrupos lento (P<0,01).<br>6MWT no hubo significaci3n con (P>0,05)<br>GC mayor significaci3n > GI, con (p<0.01).   |



|                                |                             |   |  |                         |  |  |
|--------------------------------|-----------------------------|---|--|-------------------------|--|--|
| Daily <sup>20</sup><br>(2011)  | ECA<br>Duración:<br>6 meses | <p>-N=54 pacientes</p> <p>-GI: 26</p> <p>-GC:27</p> <p>-Estratificados acorde FM(full meyer MI scale) 0-19= graves. 20-28=moderados. ≥29= leves.</p> <p>Edad:~58.75 años</p> <p>-Sexo: 32 hombres y 12 mujeres</p>  | <p>-Ictus unilateral de &gt; 6 meses.</p> <p>-incapacidad fase normal oscilación, en plano sagital utilizando la cadera, rodilla y flexión de tobillo. -hiperflexión o hiperextensión de rodilla. -movilidad articular -Puede seguir instrucciones.</p> <p>Excluidos:</p> <p>-Incapacidad de seguir instrucciones, marcapasos, neuropatía periférica y alguna enfermedad debilitante (cáncer).</p> <p>-Consentimiento Informado por escrito y aprobado</p>   | - GAIT<br>-6MWT         | <p>1.5 h de tto 4veces/semana. Durante 12 semanas.- fortalecimiento y coordinación (ejercicios 1h/día). - BWSTT.(30% desgravación.) -Entrenamiento marcha. <b>GI:</b> Se aplicó un simulador con cinturón y software, con estimulación múltiple de 8 canales, en tibial anterior, peroneo lateral, gastronomía lateral, bices femoral, isquitibiales, glúteo medio. <b>GC:</b> los mismos parámetros pero sin FES</p>  | <p>Dentro del IC 95% observamos los siguiente:</p> <p>En 6MWT GC ,( P=0,045) &gt; GI (P&gt;0,05).</p> <p>Para GATT en la marcha, el GC 50% mejoraron ≥ 10 puntos mientras que GI 20,8%.( P=0.043)</p> <p>La diferencia mínima clínicamente importante para el Post-tto: en GC (P=0,109) no se observó recuperación adicional, frente al GI en GATT (P=0,011) que se observó empeoramiento. - En el seguimiento hubo ventaja GC &gt; GI (P=0,003).</p> <p>El G.A.I.T. mostró un ventaja con GI &gt; GC en una (P= 0,045) al final del entrenamiento.</p>                                    |
| Hornby <sup>21</sup><br>(2008) | ECA<br>2 años               | <p>-N=48 pacientes</p> <p>-GI:24</p> <p>-GC:24</p> <p>-Estratificados acorde a la velocidad inicial de la marcha; para ≤ 0,5m/s (severos locomoción) y para &gt; 0,5 y ≤ 0,8 m/s (moderados)</p> <p>-Edad:~57 años</p> <p>-Sexo:30 hombres y 18 mujeres</p> | <p>-Sujetos con hemiparesia lateral &gt; y &lt; a 6 meses de duración. -Lesión confirmada por hallazgos radiológicos: supratentorial, isquémica y hemorrágica. -Capaces de caminar &gt; 10m sin asistencia fisca. - Velocidades comprendidas ≤ 0,8m/ s (auto-velocidad (SSV)), apoyados con ayudas técnicas si fuese necesario. -Sin tratamiento físico concurrente</p> <p>-MMSE &gt; 23.</p> <p>-Consentimiento informado por escrito, autorización medica y aprobación de la junta institucional.</p> <p>-Sin enfermedades significativas.</p> | Velocidad               | <p>Para ambos grupos se realizó 12 sesiones (30min/sesión) utilizando un arnés conectado a un sistema de contrapesos para proporcionar apoyo del peso parcial del peso corporal (≈ 30% y 40% inicial, disminuyendo un 10% por sesión) según tolerancia. <b>GI(Lokomat):</b> Mediante ayuda en plano sagital en las articulaciones rodilla, cadera y asistencia mediante correas elásticas a nivel de los pies para influenciar en las respuestas ante la postura y la fase de oscilación.</p> <p>- Dando retroalimentación visual de un espejo de cuerpo entero y retroalimentación verbal. <b>GC(terapeuta):</b> Se les capacito como al GI sustituyendo la asistencia robótica la asistencia manual de un terapeuta,</p> | <p>Con un IC 95% obtenemos como resultado primario la velocidad de la marcha en auto-seleccionados (SSV) y la velocidad rápida (FV), al final del seguimiento de las medidas de velocidad de la marcha habían sido para SSV: 0,09 frente a 0,05 m / s, (p &lt;0,03) y en FV: 0,12 frente a 0,07; (p &lt;0,02). Se revela un efecto significativo en la Velocidad de la marcha, con mejoras para SSV y FV en el GC, manteniéndose los efectos hasta 6 meses.</p>  |
| Wu <sup>22</sup><br>(2013)     | ECA<br>Duración: 6 semanas  | <p>-N=30pacientes</p> <p>-GI: 11</p> <p>-GC:15</p> <p>Edad:~56.85 años</p> <p>-Sexo:18 hombre y 10 mujeres</p> <p>Estratificados por la velocidad</p> <p>Lentos &lt; 0,5m/s</p> <p>Rapidos≥ 0,5m/s</p>  | <p>-Ictus hemorrágico/Isquémico &gt; 6 meses de duración.</p> <p>-SSV ≤ 0,99m/s</p> <p>-capaz de ponerse en pie y caminar (&gt;10m) sin asistencia física salvo algún tipo de ayuda técnica.</p> <p>-MMSE&gt;24-Exclusion enfermedad cardiorrespiratoria, 3-6 meses previos de terapia convencional.</p> <p>-Comprensión para instrucciones.</p>   | -6MTW<br>-BBS<br>-SF-36 | <p>45 min de tto 3 veces/semana.</p> <p>De entrenamiento locomotor robótico sobre cinta rodante con BWS. Se crean dos grupos uno de asistencia a la marcha y otro de resistencia de la marcha.</p>   | <p>Con un IC.95% se observa que la velocidad al caminar aumentó significativamente en ambos grupos, siendo para el grupo asistido (p=0.01) frente al grupo resistido (p=0,75), entre los grupos SSV y FV.</p> <p>La distancia recorrida en 6MWT para el Grupo asistido (p=0,002) en comparación con el Grupo resistido (p=0,06), con mejoraras significativas para el grupo de asistencia.</p> <p>Para BBS el Grupo resistido (p=0,02) y para el Grupo asistido (p=0,06), con tendencia a ser mayor en el Grupo de resistencia.</p> <p>En SF-36 (P=0,10 a 0,80) sin ser significativo.</p> |

## 7. BIBLIOGRAFIA.

1. Díez-Tejedor E. Acuerdo para el uso del término ICTUS, Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Guías oficiales de la Sociedad Española de Neurología. Barcelona: Prous Science. 2006.
2. Alvarez Sabín J, Alonso de Leciñana M, Gallego J, Gil-Peralta A, Casado I, Castillo J, Rubio, F. (2006). Plan de atención sanitaria al ictus. Neurología. 2006; 21(10), 717-26.
3. Hatano S. Experience from a multicentre stroke register: a preliminary report. Bull World Health Organ. 2006; 54: 541–53.
4. Díaz-Guzmán J, Egido-Herrero A, Gabriel-Sánchez R, Barberá G, Fuentes B, Fernández-Pérez C et al. Incidencia de ictus en España. Bases metodológicas del estudio Iberictus. Rev Neurol. 2008; 47(12), 617-23.
5. Cuadrado A. Rehabilitación del ACV: Evaluación, pronóstico y tratamiento. Rev Galicia Clínica. 2009; 70(3), 25-40.
6. Cerda L. Evaluación del paciente con trastorno de la marcha Policlínico de Trastornos de Marcha, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, HCUCh. Rev Hosp Clín Univ Chile. 2010; 21: 326 - 36.

7. Knutsson E, Richards C. Different types of disturbed motor control in gait of hemiplegic patients. *Brain*. 1979;102: 405-30.
8. Hsu AL, Tang PF, Jan MG. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1185-93.
9. Chen G, Patten C, Kothar DH, Zajac FE. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. *Gait Posture*. 2005; 22:51-56.
10. Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, Delarque A. Kinematic and Kinetic Asymmetries in Hemiplegic Patients, Gait Initiation Patterns. *J Rehabil Med*. 2006; 38:287-294.
11. French B, Thomas H, Leathley J, Sutton J, McAdam J, Forster A et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007; 4.
12. Van Peppen S, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks M, van derWees J, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. *Clin Rehabil*. 2004; 18: 833–62.

13. Morone G, Bragoni M, Iosa M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may benefit from robotic-assisted gait training? A randomized clinical trial in patients with subacute stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2011; 25(7), 636-44.
14. Morone G, Iosa M, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may have durable benefit from robotic gait training? A 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. *Stroke*. 2012; 43(4), 1140-2.
15. Dean M, Ada L, Bampton J, Morris E, Katrak H, Potts S. Treadmill walking with body weight support in subacute non-ambulatory stroke improves walking capacity more than overground walking: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2010; 56(2), 97-103.
16. Chen H, Yang R, Chan C, Wang Y. Turning-based treadmill training improves turning performance and gait symmetry after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2014; 28(1), 45-55.
17. Ambrosini E, Ferrante S, Pedrocchi A, Ferrigno G, Molteni F. Cycling Induced by Electrical Stimulation Improves Motor Recovery in Postacute Hemiparetic Patients A Randomized Controlled Trial. *Stroke*. 2011; 42(4), 1068-73.
18. Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, Brady K, Campbell D, Kahn H et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2009; 23(1), 5-13.

19. Park I, Lee Y, Moon B, Sim S. A Comparison of the Effects of Overground Gait Training and Treadmill Gait Training According to Stroke Patients Gait Velocity. *Journal of Physical Therapy Science* 2013; 25(4), 379-82.
20. Daly J, Zimbelman J, Roenigk L, McCabe P, Rogers JM, Butler K et al. Recovery of Coordinated Gait Randomized Controlled Stroke Trial of Functional Electrical Stimulation (FES) Versus No FES, With Weight-Supported Treadmill and Over-Ground Training. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2011; 25(7), 588-96.
21. Hornby G, Campbell D, Kahn H, Demott T, Moore L, Roth, HR. Enhanced Gait-Related Improvements After Therapist-Versus Robotic-Assisted Locomotor Training in Subjects With Chronic Stroke A Randomized Controlled Study. *Stroke*. 2008; 39(6), 1786-92.
22. Wu M, Landry M, Kim J, Schmit D, Yen C, MacDonald J. Robotic Resistance/Assistance Training Improves Locomotor Function in Individuals Post-stroke: A Randomized Controlled Study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014; 95(5), 799-806.
23. Arya N, Pandian S, Verma R, Garg K. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2011; 15(4), 528-37.

24. Takeuchi N, Izumi I. Maladaptive plasticity for motor recovery after stroke: mechanisms and approaches. *Neural plasticity*. 2012.
25. Takeuchi N, Izumi I. Rehabilitation with poststroke motor recovery: a review with a focus on neural plasticity. *Stroke research and treatment*. 2013.
26. Mehrholz J, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007.
27. Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Oct 19.
28. Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL, Azen SP, Wu SS, Nadeau SE et al. LEAPS Investigative Team Body-weight-supported treadmill rehabilitation after stroke. *N Engl J Med*. 2011 May 26; 364-5
29. Cramer C, Sur M, Dobkin H, O'Brien C, Sanger D, Trojanowski Q et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*. 2011; 134, 1591-609.
30. Lindquist R , Prado L , Barros M , Mattioli R , da PH Costa et al. Gait training combining partial body-weight support, a treadmill, and functional electrical stimulation: effects on poststroke gait. *Phys Ther*. 2007 Sep; 87 1144-54.